

冷凍魚の調理学的研究 (第1報)

冷凍鯉の加熱調理における調味料の影響

郡 敏 子*
口 羽 章 子*
江 崎 君 子*

Studies on the Frozen Fish in View of the Experimental Cookery. (Part 1)

On the Influence of the Seasonings in Cooking of Frozen Carps.

Toshiko Kōri, Noriko Kuchiba and Kimiko Esaki

1. 緒 言

近年めざましく開発されてきた冷凍食品のうち特に海水冷凍魚の加工および調理については、すでに実用の段階にあるが、淡水冷凍魚では、にじます、わかさぎ、うなぎなどの一部を除いて実用化に至っていない。一般に淡水魚は生鮮魚臭がつよいうえに自己消化酵素の適温が23～27℃（海水魚40～45℃）と低いので、鮮度低下が早いと考えられており、山本氏ら⁽¹⁾は鯉の貯蔵中のヌクレオチド分解速度は0℃貯蔵中であつても鯛と比較して顕著な差が認められ、はまち、あじ、こういか、さばなど海水魚より高いヌクレオチド分解率を示すことを報告している。淡水魚調理は経験的に活魚または死後直後の鮮度の高い魚を使用して

いるのうなづける。
しかし淡水魚の季節的な漁獲高と価格の変動を調整するため、さらにまた活魚を購入しにくい一般家庭への利用頻度を高めるため琵琶湖資源利用の淡水魚の冷凍冷蔵設備が最近急速に開発されはじめた。そこで活魚調理を条件とする淡水魚が冷凍冷蔵された場合に、海水冷凍魚と同様の解凍方法および活魚と同様の調理

が適用されるかどうかを研究するため、琵琶湖産の大和鯉の冷凍試料を用いて実際の加工、調理に利用するための基本的な調理実験に着手した。

鯉の調理方法には「洗い」「鯉こく」「甘露煮」「味噌漬」「からあげ（紅焼鯉魚、糖醋鯉魚）」などがあるが本報では上記調理方法のうち甘露煮の基本形態である煮物調理をえらび、各種調味料を添加した場合の骨の軟化、肉質、魚臭、味覚におよぼす影響について検討を加えた。

II. 実験の部

II-1 試 料

活 魚：滋賀県琵琶湖守山木ノ浜において養殖した体長25cm前後、体重400～450gの大和鯉中1967年6月の1ヵ月間に採集された産卵前鯉を用いた。

冷凍魚：活魚と同条件の大和鯉を活魚と同時期に滋賀県守山木ノ浜冷凍所において内臓を除き（セミドレス）-40℃で急速冷凍を行ない-20℃以下で3～4ヵ月冷蔵した鯉を用いた。

* 本学調理研究室

今回は天然の真鯉は均一試料の入手が困難であるので養殖の大和鯉に限定し、供試料には試料差を少なくするため頭と尾を2cm内側に切断し3cm(45g前後)の筒切にし3尾を組合せて用いた。

調味料：一定の市販品を常時使用した。

Ⅱ-Ⅱ 実験方法

Ⅱ-Ⅱ・Ⅰ 解凍条件⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾

解凍方法による比較は(1)緩慢解凍の全解凍と半解凍, (2)0.7%塩水(10°C)解凍, (3)密着完封したポリエチレン袋に試料を入れ流水10°Cおよび40°Cで解凍, (4)電子レンジ解凍, を行ない他の場合は蓋付アルミ容器に網を固定しその上に試料を置き冷蔵庫の下段(5°C)で緩慢解凍した。

Ⅱ-Ⅱ・Ⅱ 一般成分分析⁽⁵⁾

常法により行なった。

Ⅱ-Ⅱ・Ⅲ 鮮度測定

試料魚肉を3倍量の蒸溜水と混合しpHメーター(日立一堀場製M-5形)で測定した。揮発性塩基窒素は通気蒸溜法⁽⁶⁾により定量した。

Ⅱ-Ⅱ・Ⅳ 加熱条件

- i 加熱容器：内径14cm, 深さ10cmのステンレス製蓋付鍋を使用し液量は、調味液300mlとした。
- ii 熱源：600Wの二段式電熱器を用い単捲変圧器で電圧を調整し、95±1°Cで一定時間加熱した。
- iii 温度測定：常時棒温度計を鍋の中央に固定して測定した。

Ⅱ-Ⅱ・Ⅴ 官能検査法⁽⁷⁾⁽⁸⁾

オープンパネルプロファイル法を用い味覚については下記の七点判定法で行なった。

7点—Like Extremely

6点—Like Moderately

5点—Like Slightly

4点—Neither Like nor Dislike

3点—Dislike Slightly

2点—Dislike Moderately

1点—Dislike Extremely

魚臭の強度尺度には次の符号を用いた。

— : inodorous

± : threshold

— : slightly

++ : moderately

+++ : strong

パネルは本学調理研究室員10名である。

Ⅱ-Ⅱ・Ⅵ 硬 度

Kiya 式硬度計を一部改良し測定した。

Ⅱ-Ⅱ・Ⅶ 肉質の変形および弾力

不等比桿秤の皿の上に一定試料をのせ上から感圧軸(先端が8mmφの円板状の)をあて一定の荷重を加え試料の変形を測り1分後さきに加えた荷重を除き試料の戻りを読みこれらを元の試料の高さと比較して算出した。

Ⅲ 実験結果および考察

Ⅲ-Ⅰ 解凍法による影響

一般に用いられる各種解凍方法を適用して冷凍鯉の解凍の状態を比較した。

Table 1 COMPARISON OF THE DEFROSTING TYPES OF FROZEN CARPS

Condition of defrosting	Slow defrosting		NaCl (0.7% soln.) Perfect	Water		Electronic range	
	Perfect	Imperfect		40°C Perfect	10°C Perfect	Perfect	Imperfect
Free drip (%)	2.7	2.1	—	2.4	2.5	1.4	0.9
Weight loss(%)	2.8	2.2	—	2.5	2.5	1.4	0.9
Defrosting time	22hr.	16hr.	1.4hr.	20min.	1.3hr.	3min.	2min.
Temp.(°C) interior	-1	-4	-1	-1	-1	0	-4
exterior	5.5	5.0	9.5	35.0	8.0	13.0	8.0
Fishy	+	+	+	++	+	±	±

その結果は Table 1 に示すとおりである。温度測定は一定個所の魚体皮下と椎骨直上の2点で行なったものである。

フリードリッップ量、解凍による重量の減少率、解凍所要時間、および解凍後の魚臭⁽⁹⁾の点などからは電子レンジによる解凍が良い結果を与えるが、魚体の厚さが部分的に異なるので尾部は今回の実験条件下ではすでに加熱変性した状態でセミドレス冷凍鯉の解凍法としては適しない。また40°Cの流水解凍では魚体の内外温度差が多く解凍後の魚臭もつよい。なお室温解凍

法も試みたが40°Cの流水解凍と同結果であった。緩慢解凍の全解凍がいずれの点からも活魚に近い状態に解凍された。

そこで緩慢解凍の全解凍について次の4部位、(a)表面、(b)表面から2cmの深部、(c)椎骨の直上、(d)椎骨から2cmの解凍中の温度経過を自記録温度装置により測定した結果は Fig 1 の如くである。

解凍開始1～2時で急速に温度が上昇しその後は漸次的に上昇を示している。鯉の氷結点は-0.7°Cであるので-1°Cを最終温度とした。

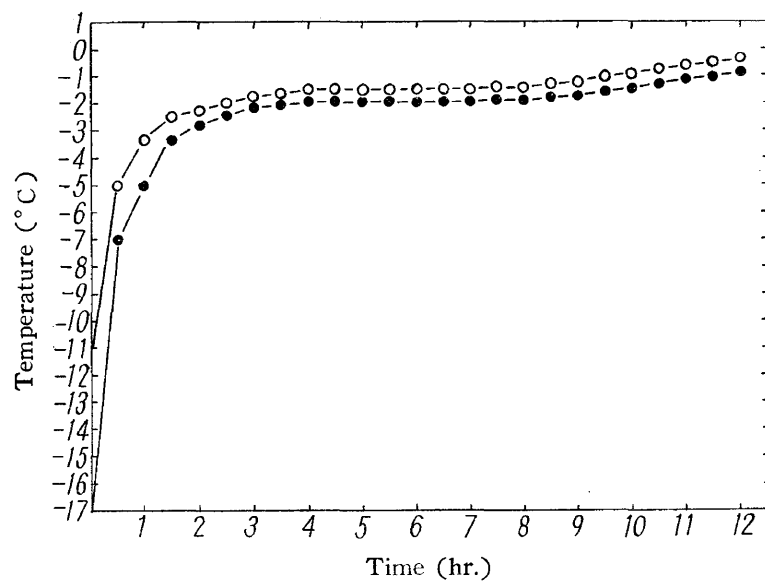


Fig 1 DEFROSTING CURVE

—○— : Surface —●— : Depth of 2 cm under the surface, the surface of the vertebra and a point of 2 cm under the vertebra.

Table 2 ANALYSIS OF COMPONENT

	Water (g)	Protein (g)	Fat (g)	Carbohydrate		ash (g)
				Sugar substance (g)	Fiber (g)	
Fresh carp	65.0	21.5	8.7	0.7	—	1.3
Frozen carp	63.7	18.7	7.9	0.4	—	1.3

(g. per 100 g)

Ⅲ—Ⅱ 一般成分の比較

活魚と冷凍鯉を比較すると成分的には大差は認められなかった。

Ⅲ—Ⅲ 鮮度の測定

魚類の pH は一般に生鮮時では7程度かあるいは多

Table 3 TEST OF FRESHNESS

	Volatile basic N	pH
	(mg %)	
Fresh carp	8.40	6.95
Frozen carp	12.20	6.81

少アルカリ側にある。しかし死後自己消化により pH は次第に酸性側へ傾き 6 付近まで下る。その後腐敗がはじまると塩基窒素が増加し pH はアルカリ性となり 8 付近に至る。腐敗初期の pH は魚種によってその値は異なる。Table 3 の如く pH 値の測定による鮮度判定においては活魚と大差がなかった。揮発性塩基窒素は鮮度判定基準からみて新鮮な魚肉と判定される。

Ⅲ—Ⅳ 煮物調理の加熱による骨の軟化度

i) 加熱温度と骨の軟化について

一般に鯉を煮物にする場合は鱗、骨ともに調理する

Table 4 INTERIOR TEMPERATURE AND HARDNESS OF BONE OF THE FROZEN CARP

Temperature (°C)	Hardness (kg)	
	60min.	180min.
50	4.81*	4.59*
70	4.43*	2.88*

* The hardness was 4.81kg before treatment.

のでまず骨がどのような加熱条件で軟くなるかを温度と時間について水煮で調べた結果 Table 4 の如く低温度では長時間加熱してもわずかに軟化せず、骨の内部温度が 70°C では加熱前の約 50% 位の軟化の傾向を示した。

ii) 活魚と冷凍鯉の比較

化学的試験および新鮮時の状態を基準とし比較判定を行なったが、活魚と冷凍鯉では差異は余り認められなかった。そこで実際に調理した場合に冷凍鯉が活魚と同様に煮物調理に利用できるかどうか加熱時間による影響を水煮と 2% 食塩添加の場合と比較すると Fig 2 の如く骨の軟化は余り差が認められなかった。

iii) 単独調味料による影響

活魚と冷凍鯉と比較実験を行なったが著しい差異を認めないので冷凍鯉のみを図示すると Fig 3 の如く調味料の濃度による影響は塩濃度の高いほうが硬度は低下する傾向を示したが、ここでは一般に煮物調理に用いられる濃度で比較すると味噌、醤油、塩の順でありしかもいずれの調味料も水煮よりはるかに加熱時間の経過とともに軟化の傾向を示した。味噌の影響は味噌中の揮発成分や有機酸などによるものと考えられる。

硬骨魚の骨を軟かくするには食酢が用いられるの

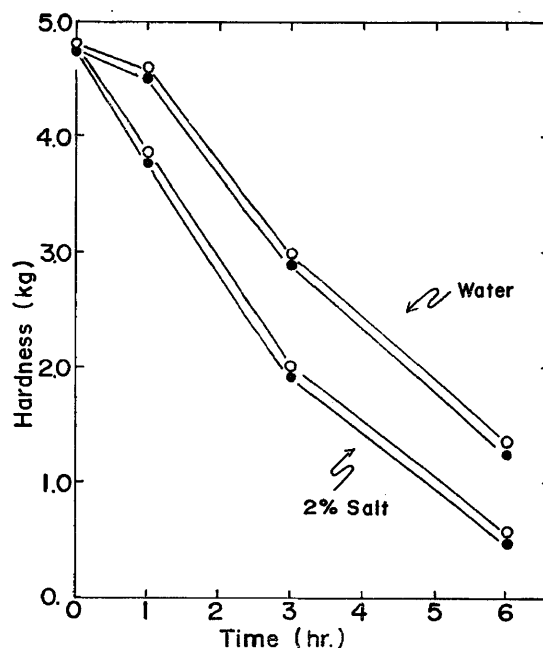


Fig 2 EFFECT OF BOILING ON THE HARDNESS OF BONE OF THE FRESH AND THE FROZEN CARP

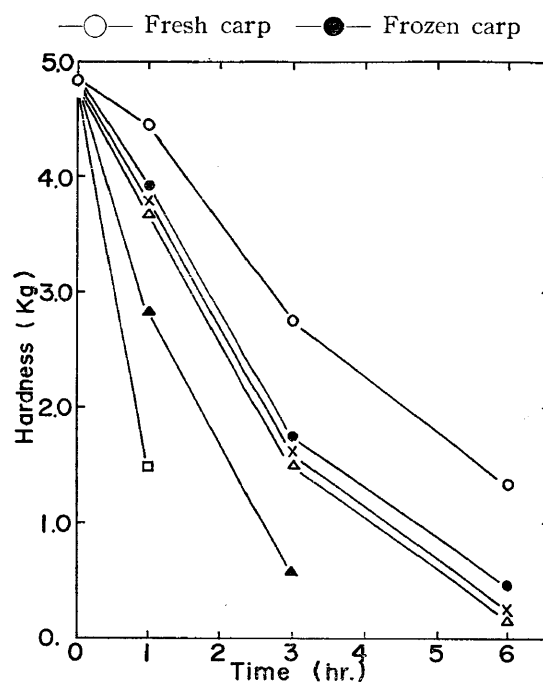


Fig 3 EFFECT OF BOILING WITH SEASONINGS ON THE HARDNESS OF BONE OF THE FROZEN CARP

—○— Water —△— 20% Miso
—●— 2% Salt —▲— 5% Vinegar
—×— 10% Soy —□— 2% Acetic acid

で酸による影響を 5% 食酢、2% 酢酸、およびクエン酸で調べた結果酸による軟化は著しく、酢酸ことにクエン酸は硬度測定が困難であるほど強い影響がある。食酢の濃度が低濃度であれば食味にも影響なく短時間

で肉質への影響も少なく骨まで可食できる状態である。

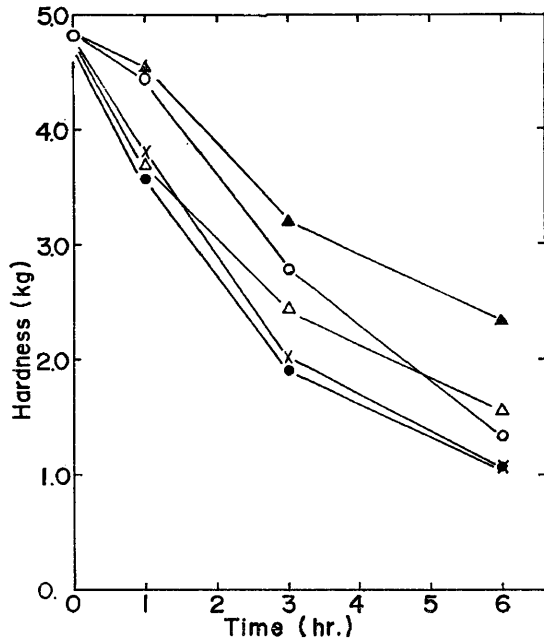


Fig 4 EFFECT OF BOILING WITH SEASONINGS ON THE HARDNESS OF BONE OF THE FROZEN CARP

—○— Water —△— 20% Mirin
—●— 5% Sugar —▲— 10% Glucose
—×— 50% Sake

次に甘味調味料がどのような影響があるか砂糖、酒、みりん、グルコースについて比較した結果濃度による影響は糖濃度が高いほど硬度は高い傾向を示したが一定濃度のみで比較すると Fig 4 の如く 5% 砂糖液と 50% 酒で加熱したものは同様の軟化の傾向を示した。みりんの場合は 6 時間加熱時の硬度が水煮よりやや高い値を示した。これはみりん中に含有する糖質の 75% がブドウ糖であるためこのブドウ糖のカaramel化による影響と考えられる。そこでブドウ糖の溶液で調べた結果濃い茶褐色を呈し水煮よりはるかに高い値を示した。

経験的に骨まで軟かく煮るのに調味する前に酒であらかじめ下煮する場合があるので 50% 酒煮に対し種々の添加調味料の影響を調べた結果は Fig 5 の如くである。単独調味料で調べた Fig 3 と同様に味噌、醤油、塩の順で軟化の傾向を示し 50% の酒による影響は顕著であった。これは酒の中にある 12~15% 位のアルコールが魚肉に浸透し骨の結締組織などに影響し骨が溶解変質するためと考えられる。

iv) その他のものが骨におよぼす影響

酒以外に古くから茶の葉、サンザシ、法仙花の種子

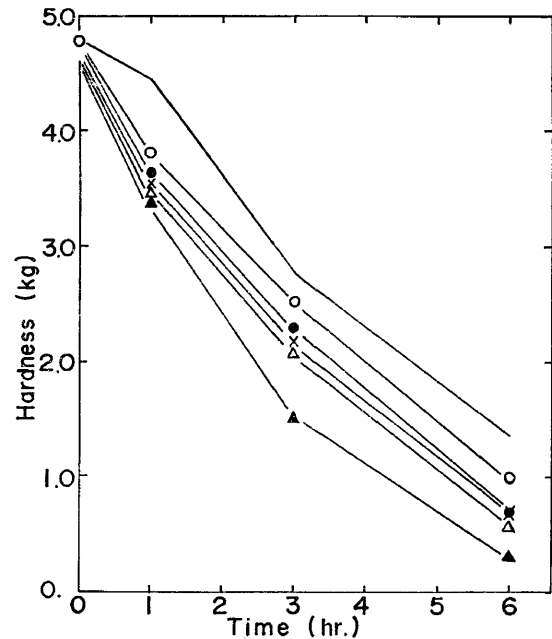


Fig 5 EFFECT OF BOILING WITH SEASONINGS ON THE HARDNESS OF BONE OF THE FROZEN CARP

—○— 50% Sake —△— 50% Sake 10% Soy
—●— 50% Sake 2% Salt —▲— 50% Sake 20% Miso
—×— 50% Sake 5% Sugar — Water

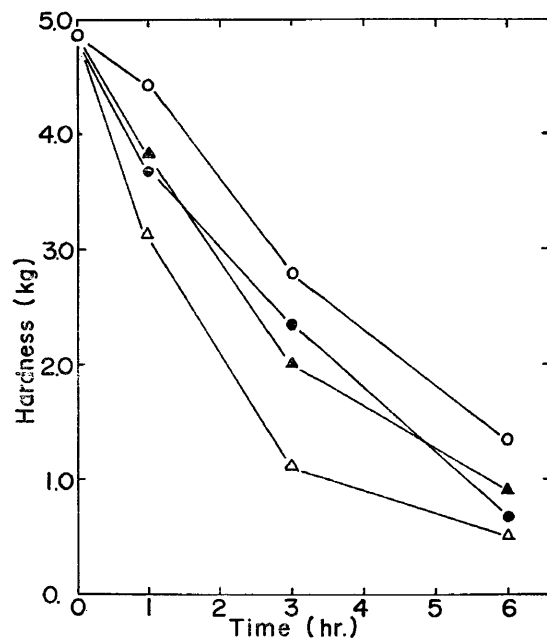


Fig 6 EFFECT OF HEATING ON THE HARDNESS OF BONE OF THE FROZEN CARP

—○— Water —△— hawthorn
—●— coarse tea —▲— balsam

を少量加えて煮ることが行なわれているのでこれらの影響について調べた結果は、Fig 6 の如くである。番茶は一般に煎汁として用いる濃度で行ないサンザシと

法仙花は1%加えた。水煮に比較していずれも低い値を示した。サンザシは食酢を用いた場合に近い軟化を示し法仙花、番茶では特に骨への影響はみられなかった。しかし茶の葉を加えた液で加熱することはタンニン酸と魚肉の外部の蛋白質とが結合して固化し長時間加熱による煮くずれをふせぐのに効果的である。サンザシはサポニン類似の配糖体が骨の蛋白質コラーゲンをゲラチン化し、さらにこれを溶出せしめて軟化するものと考えられる。

Ⅲ—V 煮物調理の魚肉におよぼす影響

i) 単独調味料について

以上、煮物調理をする際に単独調味料がどのように骨の軟化に影響するか検討を加えたが、肉質の変形および弾力、魚臭、味覚におよぼす影響について調べると単独調味料と50%酒添加による6時間継続加熱した後の結果は Table 5 の如くである。淡水魚は特に生鮮魚臭が強いので魚臭に対する調理上の配慮が行なわ

れている。魚臭は味覚に影響をおよぼしやすい、そこで実際には甘露煮としてこのような単独調味料は用いないが、各々の影響を知る為に砂糖、塩、醤油、味噌について、単独に用いた場合とこれらに50%酒を同時に添加した場合とについて比較するといずれも酒を用いたほうが魚臭に対して良い結果を得た。

なお味覚に対する官能検査結果は、七点式判定法で示したが、評点の尺度に対するパネル員のバラツキを考慮して試料間の差を分散分析し、有意差の検討を行うと Table 6 に示すとおり、いずれも1%の危険率で有意差がみとめられた。どの試料の間に有意差があるか処理平均値に対する母平均（真の効果）の信頼区間を次式、 $\bar{X} \pm t_{re}(\alpha) \sqrt{V_E/m}$ ($\sqrt{V_E/m}$ は平均値の標準偏差) でもとめると下記のとおり各試料間の有意差は認められなかった。

$$\text{Sample No. 1} - 1.2 \pm 2.9 \sqrt{0.4/10} = -1.2 \pm 0.58 \\ -0.62 \sim -1.78$$

Table 5 DEFORMATION AND ELASTICITY OF THE MEAT OF THE FROZEN CARP IN BOILING WITH SEASONINGS

Sample No.	Seasoning	Texture		Organoleptic test	
		Deformation (%)	Elasticity (%)	Fishy	Taste
1	5% sugar	72.7	54.5	++	2
2	2% salt	66.6	35.7	±—	3
3	10% soy	36.4	23.0	+	4
4	20% miso	50.1	33.0	—	4
5	50% sake 5% sugar	57.0	35.0	—	3
6	50% sake 2% salt	45.5	27.2	—	4
7	50% sake 10% soy	40.2	17.1	—	4
8	50% sake 20% miso	41.6	26.2	—	3

heating time: 6hr.s.

Table 6 TASTE PANEL COMPARISONS OF FROZEN CARPS. ANALYSIS OF VARIANCE

	Square (s)	Degree of freedom (f)	Variance (v)	Variance ratio (FO)
Sample	38.0	7	5.43	13.6*
Error	12.2	72	0.40	
Total	50.2	79		

* Highly significant

No.2	$0.2 \pm 2.9\sqrt{0.4/10} =$	0.2 ± 0.58 0.78~-0.38
No.3	$0.9 \pm 2.9\sqrt{0.4/10} =$	0.9 ± 0.58 1.48~-0.32
No.4	$1.0 \pm 2.9\sqrt{0.4/10} =$	1.0 ± 0.58 1.58~-0.42
No.5	$0 \pm 2.9\sqrt{0.4/10} =$	0 ± 0.58 0.58~-0.58
No.6	$0.9 \pm 2.9\sqrt{0.4/10} =$	0.9 ± 0.58 1.48~-0.32
No.7	$0.8 \pm 2.9\sqrt{0.4/10} =$	0.8 ± 0.58 1.38~-0.22
No.8	$0.2 \pm 2.9\sqrt{0.4/10} =$	0.2 ± 0.58 0.78~-0.38

魚肉の性状については単独調味料のみで加熱した場

合よりも50%酒を同時に添加して加熱した場合のほうが変形が少なく弾力も少ない。即ち肉のしまった感触が強い。

ii) 混合調味料について

基本的な濃度による混合調味液ではどのような影響があるか、また各調味料の添加時期によりどのような影響があるかを比較した。Table 7 の () 内は添加調味料で添加時期は加熱後3時間と4.5時間後に次の調味料を加え継続加熱6時間後の結果である。

Sample No.4 の酒を用いて下煮した後、分子量の大きい砂糖、醤油を添加した場合と最初から混合調味液で加熱した場合とでは醤油中の小分子量の塩が早く魚体内に浸透し醤油味がつよく感じる傾向もみられたが特に両者には大差はなかった。

Table 8 の分散分析表のとおり危険率1%で有意差

Table 7 DEFORMATION AND ELASTICITY OF THE MEAT OF THE FROZEN CARP IN BOILING WITH SEASONINGS

Sample No.	Seasoning	Texture		Organoleptic test	
		Deformation(%)	Elasticity(%)	Fishy	Taste
1	water (sugar・soy)*	90.1	50.0	—	5
2	water・sugar・soy	85.3	46.9	±	6
3	water (soy・sugar)*	47.1	24.2	+	5
4	water・sake (sugar・soy)*	56.1	38.4	—	7
5	water・sake sugar・soy	72.3	41.5	—	7
6	water・mirin (soy)*	51.5	30.7	—	6
7	water・vinegar(sugar・soy)*	62.5	37.5	—	6

sugar : 5% sake : 50% * The first shown in the parentheses was added 3hrs. and the second
soy : 10% vinegar : 5% was added 4.5hrs. after the initiation of heating. The heating was
mirin : 20% continued for 6hrs.

Table 8 OF TASTE PANEL COMPARISONS OF FROZEN CARPS. ANALYSIS OF VARIANCE

	Square (s)	Degree of freedom (f)	Variance (v)	Variance ratio (FO)
Sample	28.2	6	4.7	8.4*
Error	35.5	63	0.56	
Total	63.7	69		

* Highly significant

はみとめられたが、添加時期による味覚の有意差は下記のとおり認められなかった。

Sample No.1	$1.9 \pm 2.66\sqrt{0.56/10} = 1.9 \pm 0.62$	2.52~1.28
No.2	$2.7 \pm 2.66\sqrt{0.56/10} = 2.7 \pm 0.62$	3.32~2.08
No.3	$1.7 \pm 2.66\sqrt{0.56/10} = 1.7 \pm 0.62$	2.32~1.08
No.4	$3.5 \pm 2.66\sqrt{0.56/10} = 3.5 \pm 0.62$	4.12~2.88
No.5	$3.4 \pm 2.66\sqrt{0.56/10} = 3.4 \pm 0.62$	4.02~2.72
No.6	$2.9 \pm 2.66\sqrt{0.56/10} = 2.9 \pm 0.62$	3.52~2.28
No.7	$2.8 \pm 2.66\sqrt{0.56/10} = 2.8 \pm 0.62$	3.42~2.18

骨の軟化に対しては加圧調理操作が行なわれるが調味液の浸透が悪かった。魚臭に対しては加熱条件を無蓋、有蓋についても比較したが余り食味に影響がなかった。生姜の使用は香味を添えるには効果がある。

IV 要 約

1. 解凍法は緩慢解凍の全解凍が最もよい。
2. 鱗および骨の軟化は高温度の調味液で5~6時間加熱すれば可食可能の硬度となり、酸や酒の使用は効果的である。
3. 番茶、サンザシ、法仙花の種子などの利用は骨

におよぼす影響よりは長時間の加熱において肉質をくずさない効果がある。

4. 甘露煮における鯉の魚臭に対しては長時間加熱および酒やみりんを調味に使用すれば特別の配慮はしなくてもよい。香味を添える意味では生姜がよくみりんは成品の光沢に効果がある。
5. 味覚は50%酒添加のものは無添加よりも良い結果を得、調味料の添加時期は特に長時間の加熱では影響がない。

本研究にあたり御懇切な御指導を賜りました中原イ子教授並びに実験に御協力頂いた調理研究室の方々に厚く感謝いたします。

また試料に御協力頂いた滋賀県守山木ノ浜冷凍所に深謝いたします。

V 文 献

1. 山本, 遠藤, 趙, 門脇, 後藤: 調理科学, **1**, 39 (1968)
2. 加藤, 石渡: 食品冷凍法 (1966)
3. 妹尾秀実: 冷凍, **18**, 126 (1943)
4. 妹尾秀実: 家政学雑誌 **12**, 10 (1941)
5. 永原, 岩尾, 久保: 全訂食品分析法 (1968)
6. 東京農工大食糧化学教室: 食品学実験法(1961)
7. 吉川誠次: 食品の官能検査法(1966)
8. 吉川, 佐藤: 食品の品質測定(1961)
9. B. Lowe: Experimental Cookery, 535 (1955)
10. 富安, 豊水, 高橋: 栄養と食糧, **7**, 272 (1955)